


# Fitoplankton – w różnych typach zbiorników wodnych

Prof. dr hab. Iwona Jasser  
Zakład Ekologii i Ochrony Środowiska



1

# Fitoplankton



<https://www.news18.com/news/buzz/phytoplankton-a-key-to-understand-effect-of-climate-change-on-oceans-399379.html>

2



3



4

### Temperatura

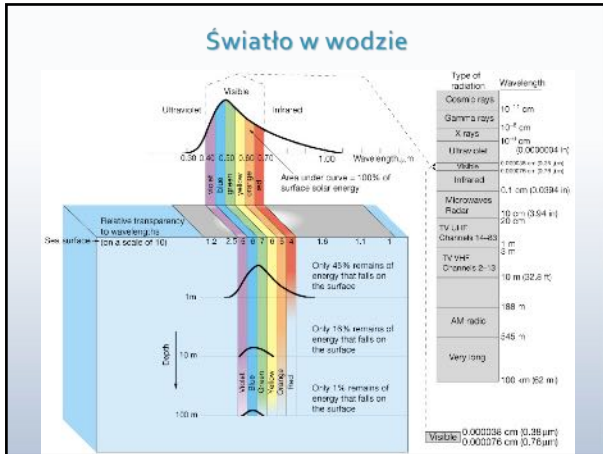
- Wpływ na tempo procesów biochemicznych
- Stratyfikacja – strukturalne kształtowanie środowiska

5

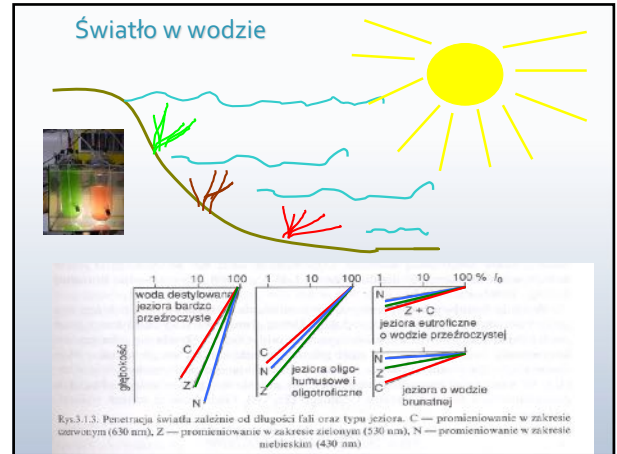
### Temperatura

- Wpływ na tempo procesów biochemicznych
- Stratyfikacja – strukturalne kształtowanie środowiska
- Zmienność sezonowa i różne optima temperaturowe dla poszczególnych taksonów

6



7



8

### Związki i pierwiastki biogenne

- C węgiel – głównie jako  $CO_2$
- P fosfor –
- N azot –
- Si krzem –
- Fe żelazo i Mg magnez –

9

### Zooplankton fitoplanktonożerny

10

### Zooplankton fitoplanktonożerny - morza

11

### Morfotypy fitoplanktonu - Nieruchliwy, jednokomórkowy fitoplankton

- a) *Synechococcus* sp.;
- b) *Ankyra judayi*;
- c) *Stephanodiscus rotula*;
- d) *Staurastrum* sp.
- e) *Closterium* par. *acutum*.

Skala, 10  $\mu$ m.  
Fot. dr H.M. Canter-Lund, (Reynolds 1984).

12

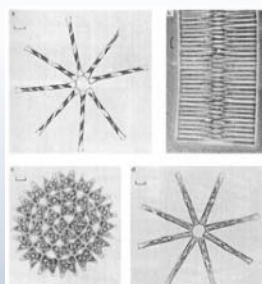
### Morfotypy fitoplanktonu – planktonowe jednokomórkowe wiciowce



- (a) *Ceratium hirundinella*;  
 (b) Zimująca cysta C.  
 (c) Pusty pancerz *Peridinium willei* z płytkami egzoszkieletowymi i bruzdami wiciowymi;  
 (d) *Mallomonas caudata*;  
 (e) *Plagioselmis nannoplanctica*, (*Cryptomonas ovata*);  
 (f) *Cryptomonas ovata*;  
 (g) *Phacus longicauda*;  
 (h) *Euglena* sp.;  
 (i) (j) *Trachelomonas hispida*.  
 (k) Skala, 10  $\mu\text{m}$ .  
 (k) Fot. H.M. Canter-Lund (Reynolds 1984).

13

### Morfotypy fitoplanktonu – cenobialny fitoplankton



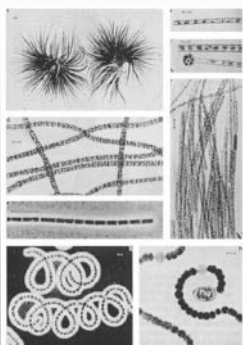
- Kolonie okrzemek  
 a) *Asterionella formosa*,  
 b) *Fragilaria crotonensis* oraz  
 d) *Tabellaria flocculosa* var. *asterionelloidy*.

- c) *Cenobium* zielenicy – *Pediastrum duplex* jest pokazana w (c).

Skala, 10  $\mu\text{m}$ .  
 Fot. Dr H.M. Canter-Lund, (Reynolds 1984).

14

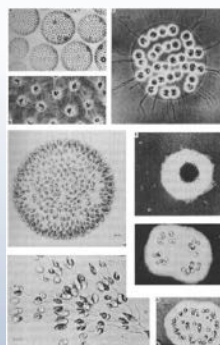
### Morfotypy fitoplanktonu – nitkowaty fitoplankton



- Nitkowate kolonie okrzemek *Aulacoseira subarctica* (a, b; b wraz z kulistą auksosporą) i sinic (c) *Gloeotrichia echinulata*, (d) *Planktothrix mougeotii*, (e) *Limnothrix redekei*, (f) *Aphanizomenon flos-aquae* (z jedną utworzoną akinetą i inną różnicującą się) i *Anabaena flos-aquae* (g) w tuszu indyjskim - zasięg śluzu i (h) Powiększenie dwie heterocysty i jedna akineta.  
 Skala, 10  $\mu\text{m}$ . Fot. dr H.M. Canter-Lund, (Reynolds 1984).

15

### Morfotypy fitoplanktonu – kolonijny fitoplankton



- ruchliwe kolonie  
 (a) *Volvox aureus*, (b) szczegóły komórek,  
 (c) *Eudorina elegans*,  
 (d) *Uroglena* sp. oraz  
 (e) *Dinobryon divergens*;  
 oraz nieruchome kolonie,  
 wszystkie utrwalone w tuszu indyjskim, aby pokazać stopień śluzu,  
 (f) *Microcystis aeruginosa*,  
 (g) *Pseudosphaerocystis lacustris* i (h) *Dictyosphaerium pulchellum*.

Skala, 10  $\mu\text{m}$ . Fot. dr H.M. Canter-Lund, (Reynolds 1984).

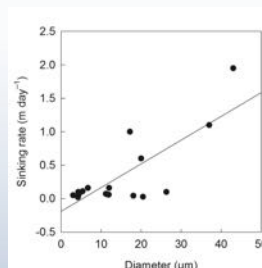
16

### Tempo tonięcia - przyczyny

- Komórki gęściejsze niż woda morska ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )
- Woda morska = 1,025; Woda słodka 1,000
- Powietrze = 0,00125
- Lipidy = 0,9
- Białka = 1,3
- Węglowodory = 1,5
- Celuloza = 1,5
- Pancerz krzemionkowy = 2,6
- Pancerz wapienny = 2,8

17

### Szybkość tonięcia (SR) okrzemek ( $\text{m d}^{-1}$ ) w zależności od średnicy komórki (D; $\mu\text{m}$ )



Dane opierają się na laboratoryjnych pomiarach szybkości tonięcia dziesięciu aktywnie rosnących gatunków okrzemek o wielkości od 3 do 40  $\mu\text{m}$  ( $r^2 = 0,63$ ;  $P < 0,05$ ).

18

**Pływalność komórek**

- Kolonie otoczone śluzem. - charakterystyczne dla środowisk słodkowodnych: sinice, zielenice i chrysofity
- Morskie zwykle nie tworzą takich kolonii
- Kolonie chryzofitów i zielenic są na dodatek ruchliwe
- Sinice jak *Microcystis Snowella*, *Woronichinia* tworzą kolonie z dużą ilością śluzu mogą szybko tonąć i unosić się w wodzie
- Małe rozmiary komórek
- Wyrůstki i dziwne kształty, zwykle płaskie
- Aerotopy – pęcherzyki gazowe
- Obecność tłuszczu

19

Małe komórki nie opadają

Poruszają się dzięki wici

Duże i ciężkie mają dziwny kształt lub kolonie

Kolonie też mogą się poruszać

Kolonie mają galaretowate otoczki

Sinice mają pęcherzyki gazowe

20

Oligotroficzne pH 7 lub lekko zasadowe. Bardzo ubogie w zw. biogenne

Okrzemki: *Cyclotella* i *Tabellaria*

*Asterionella* spp., *Melosira* spp., *Dinobryon* spp.

*Tabellaria* sp. *Picoxycyanobakterie* *Cyclotella*

*Asterionella* sp. *Aulacoseira* sp. *Dinobryon* sp.

21

ficzne/Eutroficzne Dominanci roczni w mezo- sezonowo w eutro-

*Peridinium* i *Ceratium*

*Glenodinium*, *Asterionella*, *Anabaena*, *Cryptomonas*, *Rhodomonas*

*Rhodomonas* *Peridinium* spp. *Ceratium* sp.

*Asterionella* *Cryptomonas* *Dolichospermum*

22

Eutroficzne Zwykle zasadowe bogate w biogeny

Okrzemki i sinice *Asterionella*, *Fragilaria crotonensis*, *Synedra*, *Stephanodiscus*, *Melosira granulata*

Dużo różnych szczególnie zielenice i sinice

*Asterionella* *Fragilaria crotonensis* *Ulnaria acus*

*Stephanodiscus* *Aulacoseira granulata* *Dolichospermum*

23

Eutroficzne Zasadowe bogate w biogeny, lato klimat umiarkowany

Sinice: *Anacystis*, *Microcystis*, *Aphanizomnon*, *Anabaena*, *Planktotrix*

Inne sinice, zielenice euglenofity gdy dużo zw. organicznych

*Aphanocapsa* *Microcystis*

*Planktotrix* *Aphanizomnon* *Dolichospermum*

24

<p><b>Dystroficzne</b></p>	<p>Humusowe, lekko kwaśne i kwaśne biogeny trudno dostępne</p>	<p><b>Wiciowce</b> Raphidophyceae - <i>Gonyostomum semen</i> Bruzdnice – <i>Peridinium, Ceratium</i></p>	<p><b>Inne wiciowce, kryptofity- Rhodomonas i Cryptomonas</b> Chrysofity - <i>Dinobryon</i></p>

25

Trophic status	ULTRAOLIGOTROPHIC.....	HYPER-EUTROPHIC.....
nutrient supply	strongly deficient.....	adequate.....
alkalinity	acid.....	neutral.....
clarity	clear.....	alkaline.....
		calcareous.....
		murid.....
Diatoms	<i>C. glomerata</i> , <i>C. comensis</i> , <i>C. meneghiniana</i> , <i>S. minutus</i> , <i>S. neosirostris</i> , <i>S. rotula</i> , <i>S. hantzschii</i> , <i>Urosolenia</i> , <i>Tabellaria</i> , <i>Asterionella</i> , <i>Fragilaria</i> , <i>Diatoma</i> , <i>Aulacoseira distans</i> , <i>A. subarctica</i> , <i>A. ambigua</i> , <i>A. granulata</i> , <i>Melosira varians</i> .....	
Chlorophytes	<i>Chlorella</i> spp., <i>Chlamydomonas</i> , <i>Scenedesmus</i> , <i>Gonium</i> , <i>Eudorina</i> , <i>Pandorina</i> , <i>Coccolastrum</i> , <i>Pediastrum</i> , <i>Sphaerocystis</i> , <i>Gemelliscypris</i> , <i>Saurodesmus</i> , <i>Cosmarium</i> , <i>Staurastrum</i> , <i>Closterium</i> .....	
Cyanobacteria	<i>Merismopedia</i> , <i>Gloeostridium</i> , <i>Coccolophaerium</i> , <i>Planctothrix</i> , <i>Limnolobus</i> , <i>Pseudanabaena</i> , <i>A. solitaria</i> , <i>Gomphosphaeria</i> , <i>Microcystis</i> , <i>Alenquermannia</i> , <i>A. floe aquae</i> , <i>A. circinalis</i> , <i>Aphanizomenon</i> .....	
Dinoflagellates	<i>Peridinium</i> , <i>Ceratium</i> .....	
Cryptophytes	<i>Rhodomonas</i> , <i>Cryptomonas</i> .....	
Chrysophyceae	<i>Dinobryon</i> , <i>Uroglena</i> , <i>Malthodesmus</i> , <i>Synura</i> , <i>Chrysochaerella</i> .....	
Euglenoids	<i>Euglena</i> , <i>Phacus</i> , <i>Lepocinctus</i> .....	

**Prowizoryczne spektrum troficzne głównych rodzajów fitoplanktonu słodkowodnego**

26

### Porównanie fitoplanktonu w rzece i jeziorze

- Systemy lotyczne i lenticzne, w zależności od tego, czy woda porusza się jednokierunkowo, czy nie
- Kwestia możliwości szybkiego i oportunistycznego wzrostu, co umożliwia wykorzystanie tranzytu w dół rzeki, ale zdolności do utrzymywania lub przywracania inokulum komórek w danym ustalonym punkcie
- Srednia biomasa planktonowa niesiona przez rzeki może być równie dobrze niższa niż przez jeziora o porównywalnym składzie chemicznym
- Jeziora stabilny słup wody w jeziorach stratyfikowanych
- W jeziorach płytkich, (shallow lakes) ruch wody jest „turbulentny”, a woda często także „mętna” jak w dolnych partiach rzek
- Nie takie różne płytkie jeziora od rzek nizinnych

27

### Dominujące gatunki fitoplanktonu w rzekach

<p><i>Ceratium</i> (rarely)</p> <p><i>Merismopedia</i> (rarely)</p> <p><i>Staurastrum</i> (rarely)</p> <p><i>Chlorella</i> (rarely)</p> <p><i>Chlamydomonas</i> (rarely)</p> <p><i>Gonium</i> (rarely)</p> <p><i>Eudorina</i> (rarely)</p> <p><i>Pandorina</i> (rarely)</p> <p><i>Coccolastrum</i> (rarely)</p> <p><i>Pediastrum</i> (rarely)</p> <p><i>Sphaerocystis</i> (rarely)</p> <p><i>Gemelliscypris</i> (rarely)</p> <p><i>Saurodesmus</i> (rarely)</p> <p><i>Cosmarium</i> (rarely)</p> <p><i>Closterium</i> (rarely)</p> <p><i>Uroglena</i> (rarely)</p> <p><i>Malthodesmus</i> (rarely)</p> <p><i>Synura</i> (rarely)</p> <p><i>Chrysochaerella</i> (rarely)</p>	<p><b>Chlorophyceae (only very common genera)</b></p> <p><i>Actinastrum</i></p> <p><i>Chlamydomonas</i> or <i>Chlamydomonas</i>-like cells</p> <p><i>Chlorella</i> or <i>Chlorella</i>-like cells</p> <p><i>Coccolastrum</i></p> <p><i>Crucigenia</i></p> <p><i>Crucigeniella</i></p> <p><i>Dictyosphaerium</i></p> <p><i>Euglenella</i></p> <p><i>Micropediastrum</i></p> <p><i>Pediastrum</i></p> <p><i>Saurodesmus</i></p> <p><i>Tetrastrum</i></p> <p><i>Tetrastrum</i></p>
---	---

28

### Zielonice częste w rzekach

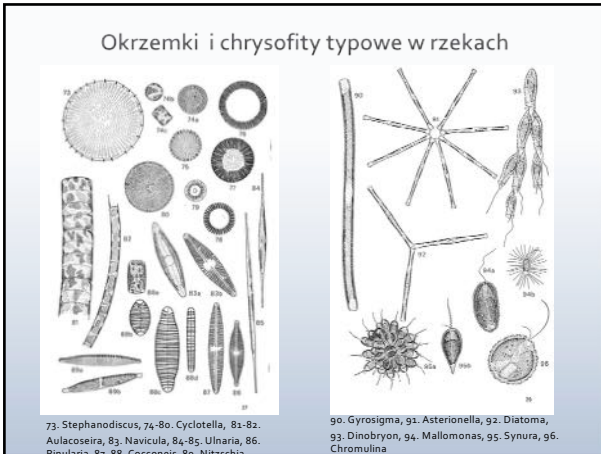
<p>12. Pandorina, 13. Gonium, 14a,b. Volvox, 16. Eudorina, 17-18. Chlorogonium, 19. Spermatozoois.</p>	<p>64. Dictyosphaerium, 65. Micractinium, 66. Crucigenia, 67. a,b., Crucigenia, 68, 69. Crucigeniella, 70-72. Pediastrum</p>

29

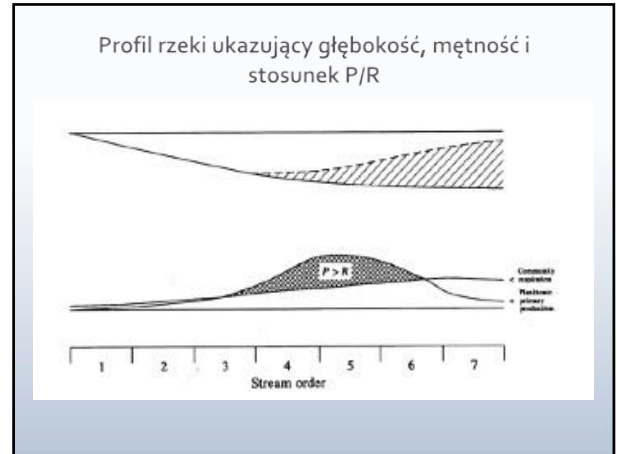
### Zielonice typowe w rzekach

<p>20-21. Tabellaria, 22. Monoraphidium, 23. Kirchneriella, 24. Ankistrodesmus, 25-27. Tetraedron, 28. Trubaria, 29-32. Lappachinia, 33-37. Chodatella.</p>	<p>54. Closterium, 55. Cosmarium, 56. Coccolastrum, 57. Botryococcus, 58-61. Scenedesmus/Desmodesmus, 62. Actinastrum, 63. Tetrastrum</p>

30



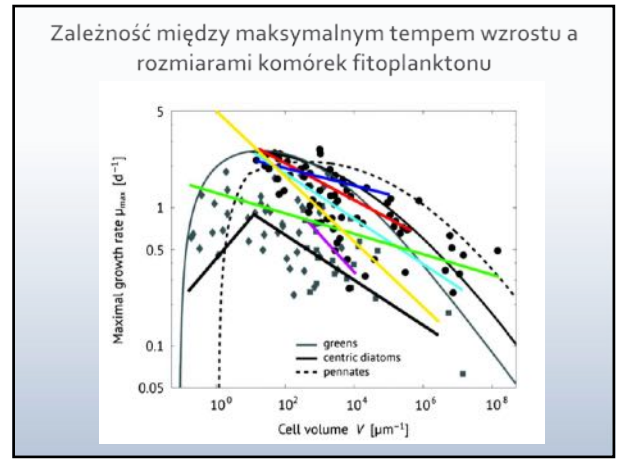
31



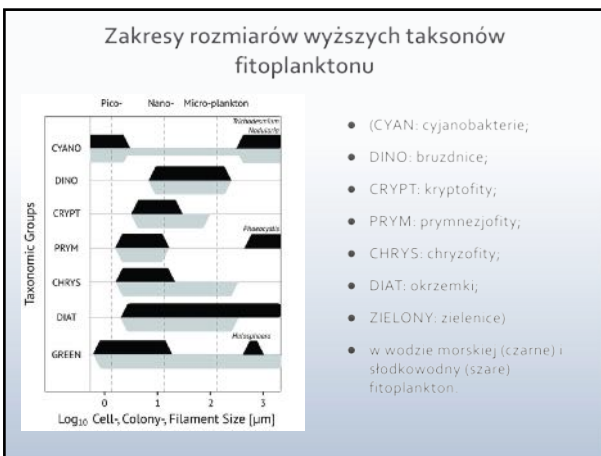
32



33



34



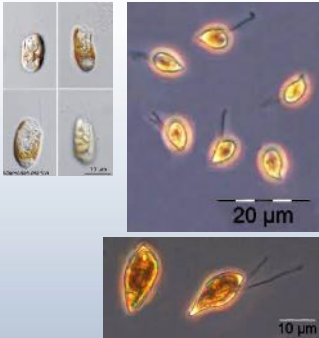
35



36

## Kryptofity

- Nanoplanktonowe (*Plagioselmis*, *Teleaulax*, *Rhodomonas*) w morzach i słodkich wodach
- *Cryptomonas* (kilka spp. a bit <math><100\mu\text{m}</math>) tylko w wodach słodkich



37

## Cyjanobakterie

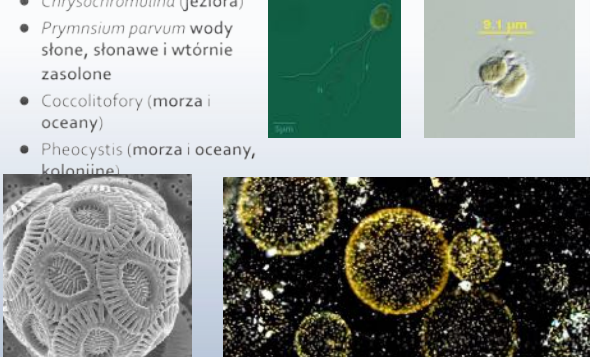
- Pikocyjanobakterie – *Synechococcus* (morza i wody słodkie), *Prochlorococcus* tylko morza
- Nitkowate – *Tricodesmium* (morza)
- *Nodularia* (wody słonawe)
- *Aphanizomenon* i *Dolichospermum*, *Microcystis* – słodkie i niektóre też w słonawych
- *Planktothrix*, *Snowella*, *Woronichinia* - słodkie



38

## Prymnesiofity


- *Chrysochromulina* (jeziora)
- *Prymnsium parvum* wody słone, słonawe i wtórnie zasolone
- Coccolitofory (morza i oceany)
- *Pheocystis* (morza i oceany, koloniine)



39

## Chrysofity

- *Uraglena* (słodkie)
- *Mallomonas* (słodkie)
- *Dinobryon* (wody słodkie i słone)



40

## Okrzemki

- Bardzo liczna grupa
- Morskich więcej niż słodkowodnych
- Zarówno jednokomórkowe centryczne jak i pennateae oraz te tworzące łańcuchy
- W wodach słodkich więcej pennateae, w morzach centrycznych



41

## Okrzemki morskie

- Znacznie większe niż słodkowodne
- Zarówno jednokomórkowe centryczne jak i pennateae oraz te tworzące łańcuchy



42

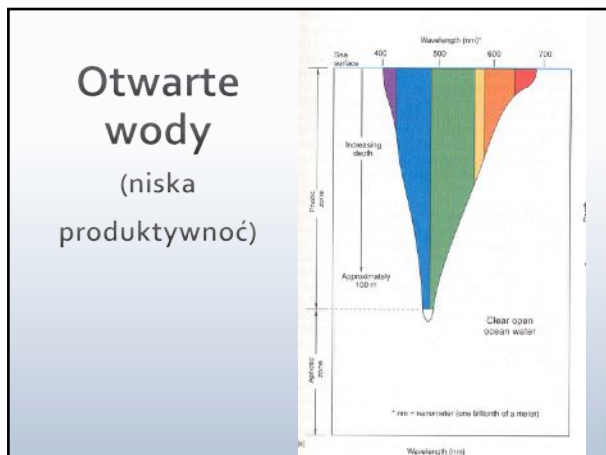


43

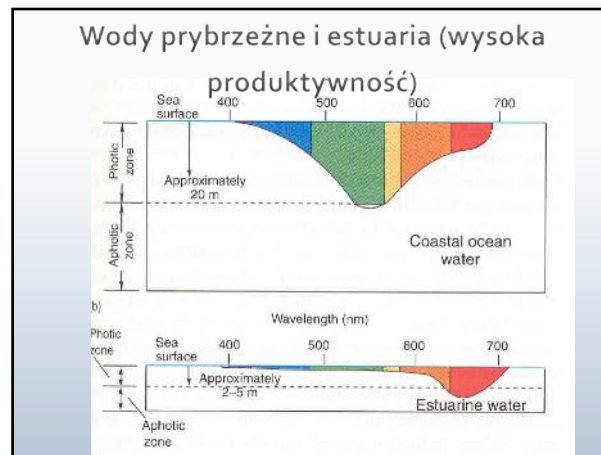
## Fitoplankton morski

- Fitoplankton morski stanowi ok. 50% PP
- Spektrum wielkości w obrębie najważniejszych wyższych taksonów wykazują pewne wyraźne różnice między fitoplanktonem morskim i jeziornym,
- np. brak bardzo dużych okrzemek (>10<sup>5</sup> μm<sup>3</sup>) w fitoplanktonie jeziornym
- brak dużych (>10<sup>5</sup> μm<sup>3</sup>) zielenic w planktonie morskim

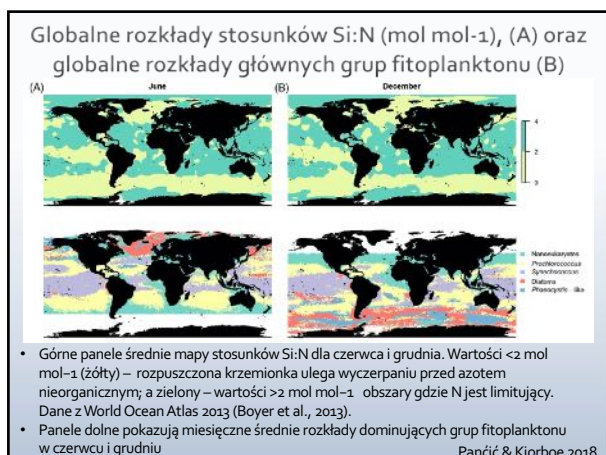
44



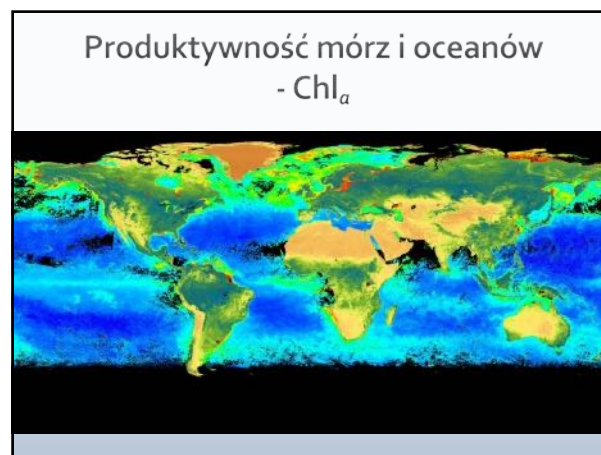
45



46



47



48

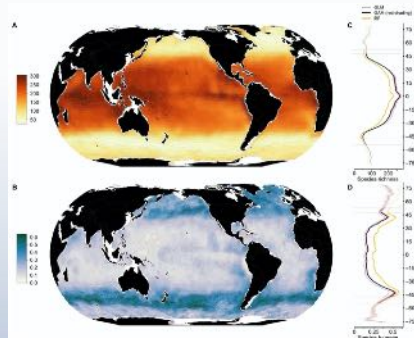


**Table 1.** Średnia produkcja pierwotna netto i biomasa siedlisk wodnych. Data from R.H. Whittaker and G.E. Likens, *Human Ecol.* 1: 357-369 (1973).

Habitat	Net primary Production (g C/m <sup>2</sup> /yr)
Rafy koralowe	2000
Lasy Kelpowe	1900
Estuaria	1800
Łąki podwodne	1000
Bagna magrowe	500
Jeziora & rzeki	500
Szelf kontynentalny	360
Upwelling	250
Otwarty ocean	50

49

Globalne wzorce miesięcznego bogactwa gatunkowego fitoplanktonu i turnover gatunkowego.



(A) Roczna średnia miesięcznego bogactwa gatunkowego i (B) miesięczny „turnover” gatunków, Gradienty równoleżnikowe (C) bogactwa i (D) obrotu.

Robbitt et al., 2009

50